

粒状材料の間隙径分布の測定

岐阜大学工学部土木工学科 ○ 曾場 昭之

// 佐藤 健

大同工業大学建設工学科 桑山 忠

はじめに

水銀注入法は現在のところ最も信頼性の高い細孔径測定の手段であるといわれている。この細孔径の測定範囲は $0.01\mu\text{m}$ ～数 $100\mu\text{m}$ である。しかし水銀注入法では、一般に細孔の形を円筒と仮定して細孔径を定義しているため、得られる細孔径分布は実際のものとは違い、円筒形をした細孔に対する細孔径であることに注意しなければならない。この論文では、水銀注入法を用いて粒状材料の間隙径分布を推定する方法を示し、結果の妥当性について考察を加える。試料が粒状体で、各粒子間に間隙が存在する場合には、セラミックなどの成形体の試料とは違って、得られるデータは、細孔径分布と間隙径分布を合わせた分布である。この分布より細孔径と間隙径を区別するのは、困難である。しかし、試料の粒度分布や走査型電子顕微鏡などの情報がわかっている場合にはある程度細孔と間隙の区別ができるものと考えている。粒状体の間隙径分布を測定する場合には、砂のように密度によって間隙径分布も異なるものと考えられる。以上のことより砂の任意の密度の間隙径分布を市販のポロシメーターを用いて推定する方法を開発したので以下に報告する。

間隙径分布の測定

(試料) 使用するポロシメーターの特性により、粒径が大きくなると間隙径も大きくなり、 $60\sim 70\mu\text{m}$ 以上は測定誤差が大きくなることから、豊浦砂を粉碎器を使用して細かく砕いたものを試料として用いた。粒度分布は、 $32\mu\text{m}\sim 53\mu\text{m}$ である。

(粒状材料の測定理論) 砂などの粒状材料は、粒子とそれの構成する間隙の配列によって骨格構造が構成される。この粒状材料の構造は各々の粒の細孔にはあまり影響されず、間隙径分布によって表現することもでき、粒状材料の工学的性質を決定する重要な要素だと考えられる。粒状材料の間隙径分布を測定するには、粒状材料を成形体にする必要がある。成形体にするにはいろいろな手段が考えられるが、今回は、鋼製容器に砂を入れて、容器ごとポロシメーターにかける方法である。こうすることにより、砂の任意の密度の間隙径分布が得られることになる。

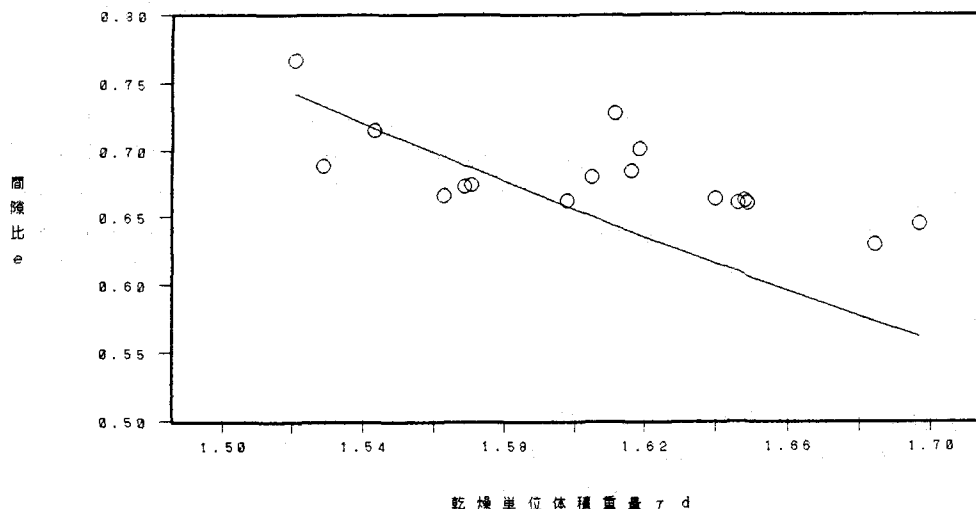
(成形体の作成法)

- ①砂を粒状のままポロシメーターにかけて細孔径分布を求め、粒の細孔が何程度であるか把握しておく。
- ②銅管(外径 1cm 、内径 8mm)を適当な高さ(1cm 程度)に切断し、容積を求める。③銅管底面に接着剤で金網をつけ、重さを測る。④炉乾燥した砂試料を所定の密度で銅管に充填する。⑤上端面を平にして重さを測る。
- ⑥上端面に接着剤で底面と同じ金網を張り付ける。

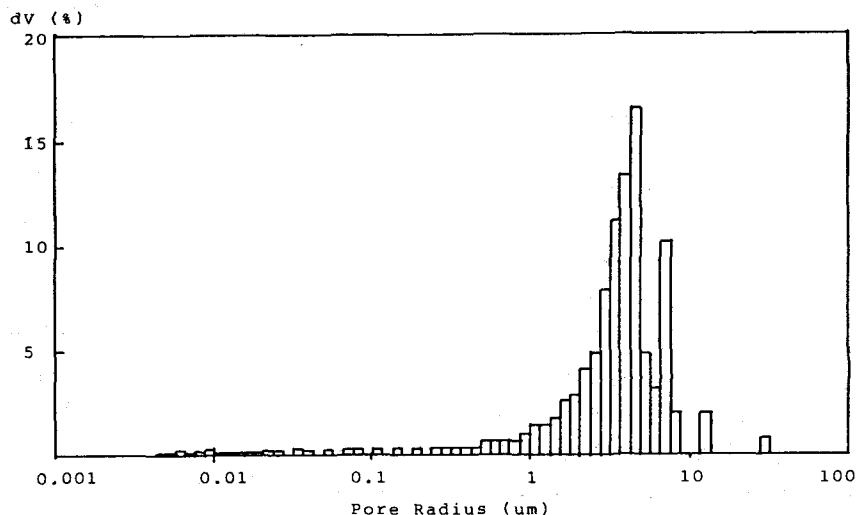
結果と評価

粒状体の物質を鋼性容器につめてポロシメーターにかけて得られた間隙径分布の妥当性を評価するには、いくつかの問題点がある。第一に先に述べたように水銀注入法では間隙径を円筒と仮定しているために得られた間隙径分布はあくまでも任意の圧力に対応する円筒径の間隙径にすぎないこと、つまり間隙の入り口が狭くても内部が広がっている間隙が存在する場合には、小さい間隙が多く存在するという情報しか得られない。第二に試料に高圧がかかるために、粒自身の細孔がつぶれたり間隙が変形したりする恐れがあることである。第一の問題点は透水性を考えた場合水銀の通る間隙経路と水が通る間隙経路は同じであると考えられるので、実際の間隙径分布と異なっても問題はないと思われる。むしろ透水性を推定する場合はポロシメーターより得られた間隙径分布を用いるほうがよいかも知れない。

ポロシメーターより得られた間隙径分布の妥当性は、総水銀注入体積が別に行う土質試験より得られる間隙体積に等しければ間隙径分布は有効であると考えた。これは別の表現をするならばある乾燥密度 γ_d に対する間隙比 e がそれぞれの方法で一致すればよいことになる。下図にその結果を示す。



図中の丸印は、水銀注入法より得られたものであり、実線は理論曲線である。 γ_d が大きくなると、水銀注入量から求めた間隙比 e が、やや大きめの値を示すものの、概ねよい一致を示していると思われた。水銀注入量から推定される間隙比 e がやや大きめの値となるのは、砂の骨格構造の圧縮、粒子自身の圧縮、水銀の圧縮などが影響していると思われた。 γ_d が1.6付近の間隙径分布を下図に示す。砂を粒状のままで測定した結果とかなり異なる分布が得られた。



《参考文献》

- 竹内 和, 鷺尾一裕; 水銀ポロシメトリー, 耐火物, Vol.41, No.6, pp.297~303, 1989,
J.Hharng-Hsein; Pore Size Distribution of Sandy Soils and The Prediction of Permeability,
PH.D. Thesis Submitted to Purdue University, 1981,